

**Operating internal combustion engine involves switching on additional electrically driven fuel pump at least for starting process to feed fuel directly to common fuel rail at raised pressure**

**Patent number:** DE10127516  
**Publication date:** 2002-12-12  
**Inventor:** YILDIRIM FEVZI (DE); LUDWIG THOMAS (DE); HAAG GOTTLÖB (DE); HUEBEL MICHAEL (DE); STEIN JUERGEN (DE); ELSER STEFAN (DE); SCHROEDER BERND (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- **International:** F02M37/18; F02M63/00; F02M37/20; F02M37/04  
- **european:** F02D41/06D; F02D41/30D; F02M37/18; F02M55/00; F02M59/42; F02M63/02C  
**Application number:** DE20011027516 20010606  
**Priority number(s):** DE20011027516 20010606

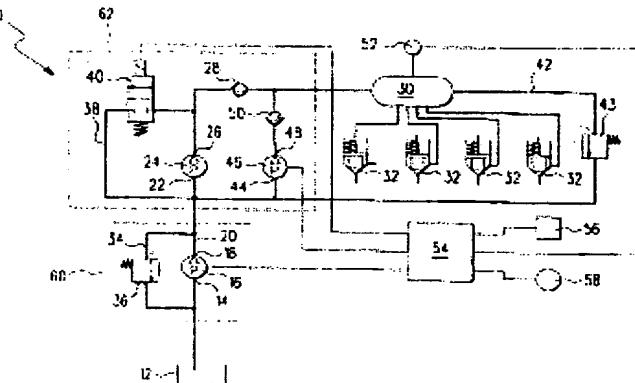
Also published as:

WO20099264 (A1)  
EP1399660 (A1)

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10127516**

The method involves detecting an internal combustion engine start request and, if such a request exists, switching on an additional electrically driven fuel pump (46) at least for the duration of the starting process to feed fuel directly to the common fuel rail (30) at a raised supply pressure. Alternately the feed pressure of a single pump can be raised during starting without increasing the delivered quantity. Independent claims are also included for the following: a computer program for implementing the method and a fuel system for an internal combustion engine.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

Best Available Copy



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 101 27 516 A 1**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 M 37/18**  
F 02 M 63/00  
F 02 M 37/20  
F 02 M 37/04

(21) Aktenzeichen: 101 27 516.1  
(22) Anmeldetag: 6. 6. 2001  
(43) Offenlegungstag: 12. 12. 2002

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:

Dreiss, Fuhlendorf, Steinle & Becker, 70188 Stuttgart

(72) Erfinder:

Yildirim, Fevzi, Dr., 70839 Gerlingen, DE; Ludwig, Thomas, Dr., 46569 Hünxe, DE; Haag, Gottlob, 71706 Markgröningen, DE; Huebel, Michael, Dr., 70839 Gerlingen, DE; Stein, Juergen, 75428 Illingen, DE; Elser, Stefan, 71706 Markgröningen, DE; Schroeder, Bernd, 73732 Esslingen, DE

(56) Entgegenhaltungen:

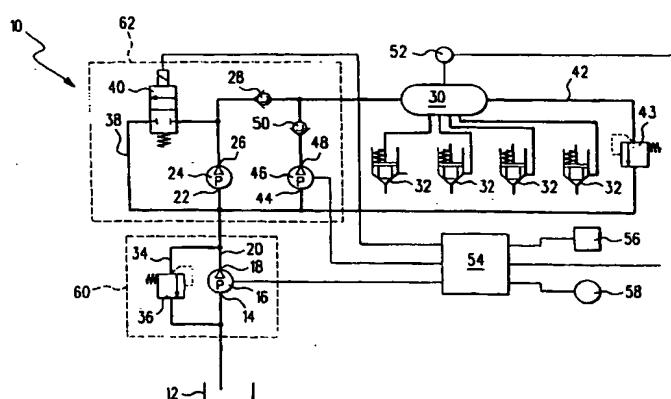
DE 195 39 885 A1  
JP 10-0 30 512 AA  
JP 07-3 32 188 AA

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren, Computerprogramm und Steuer- und/oder Regelgerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine sowie Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine

(57) Ein Kraftstoffsystem (10) einer Brennkraftmaschine umfasst einen Kraftstoffbehälter (12). Ferner ist mindestens eine Kraftstoffpumpe (24) vorgesehen. Mit dem Auslass (26) der Kraftstoffpumpe (24) ist eine Kraftstoff-Sammelleitung (30) verbunden, und an diese ist wiederum mindestens eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (32) angeschlossen. Um das Anlassverhalten der Brennkraftmaschine zu verbessern, wird vorgeschlagen, dass eine zusätzliche, elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe (46) vorhanden ist, deren Auslass (48) direkt mit der Kraftstoff-Sammelleitung (30) verbunden ist und welche einen erhöhten Förderdruck bereitstellt.



## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffsystem mit einem Kraftstoffbehälter, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe, welche von der Brennkraftmaschine angetrieben wird, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung, welche mit einem Auslass der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftstoffpumpe verbunden ist, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, welche an die Kraftstoff-Sammelleitung angeschlossen ist.

[0002] Ein solches Verfahren ist aus der DE 198 18 421 A1 bekannt. In dieser wird ein Kraftstoffsystem beschrieben, welches Kraftstoffventile aufweist, die direkt in den Brennraum einer Brennkraftmaschine einspritzen. Um den für die Kraftstoffversorgung solcher direkt-einspritzenden Kraftstoffventile erforderlichen Druck erzeugen zu können, ist eine erste elektrische Kraftstoffpumpe vorgesehen, welche den Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter zu einer motorgetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe fördert. Von dieser gelangt der Kraftstoff zu den Einspritzventilen.

[0003] Aus der DE 198 18 421 A1 ist das Problem bekannt, dass es beim Abstellen der heißen Brennkraftmaschine und dem aus Sicherheitsgründen erforderlichen Absenken des Drucks zwischen Hochdruck-Kraftstoffpumpe und Einspritzventilen zur Bildung von Dampfblasen im Kraftstoffsystem kommt, die das Wiederanlassen der heißen Brennkraftmaschine erschweren. Hierzu wird vorgeschlagen, dass für das Starten der Brennkraftmaschine die elektrische Kraftstoffpumpe mit erhöhter Förderleistung fördert. Beispielsweise durch eine Erhöhung der Drehzahl der elektrischen Kraftstoffpumpe kann so einerseits die Fördermenge und andererseits der Förderdruck erhöht werden, was die Kondensation der Dampfblase bewirkt.

[0004] Es wurde jedoch festgestellt, dass es mitunter auch beim Anlassen der kalten Brennkraftmaschine zu Anlassproblemen kommt. Dieses rührte daher, dass die von der Brennkraftmaschine angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine zunächst nicht im Betrieb ist und daher der Druck vor den Einspritzventilen nur von der elektrischen Kraftstoffpumpe aufgebracht wird. Der Druck liegt dabei im Allgemeinen bei 3-5 bar. Bei einem derart niedrigen Druck wird der Kraftstoff von den Einspritzventilen jedoch nur relativ schlecht zerstäubt, so dass von den Einspritzventilen teilweise mehr als die zehnfache Menge der Vollast-Einspritzmenge eingespritzt werden muss, um ein zündfähiges Gemisch erzeugen zu können. Eine derartig hohe Einspritzmenge hat jedoch den Nachteil eines schlechten Abgasverhaltens des Motors und kann dazu führen, dass der Schmierölfilm an der Zylinderinnenwand von der übermäßigen Kraftstoffmenge abgewaschen wird.

[0005] Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass mit ihm die Brennkraftmaschine sicher gestartet werden kann und gleichzeitig die Brennkraftmaschine auch beim Start ein gutes Abgasverhalten zeigt.

[0006] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art eine Anlass-Anforderung der Brennkraftmaschine erkannt und bei Vorliegen einer solchen Anlass-Anforderung eine zusätzliche, elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe mindestens für die Dauer des Anlassvorgangs eingeschaltet wird, welche direkt zur Kraftstoff-Sammelleitung hin fördert und einen erhöhten Förderdruck bereitstellt.

## Vorteile der Erfindung

- [0007] Das erfindungsgenässen Verfahren hat zunächst den Vorteil, dass durch die direkte Verbindung zwischen der zusätzlichen Kraftstoffpumpe und der Kraftstoff-Sammelleitung Druckverluste minimiert werden. Unter dem Begriff "direkt" ist vorliegend zu verstehen, dass die Förderung in die Kraftstoff-Sammelleitung nicht über den Umweg von mehr oder weniger still stehenden Pumpen erfolgt. Ferner kann die zusätzliche Kraftstoffpumpe speziell für den von ihr bereitzustellenden erhöhten Förderdruck ausgelegt werden. Sie arbeitet daher für diesen Zweck mit optimalem Wirkungsgrad. Dabei kann die zusätzliche Kraftstoffpumpe relativ klein und preiswert sein, da sie nur für die Dauer des Anlassvorgangs, also jeweils wenige Sekunden, eingeschaltet wird. Da von ihr nur jener Kraftstoff gefördert werden muss, welcher zum Anlassen der Brennkraftmaschine benötigt wird, ist die von ihr zu erbringende Fördermenge sehr gering.
- [0008] Durch die direkte Förderung des Kraftstoffes von der zusätzlichen elektrischen Kraftstoffpumpe zur Kraftstoff-Sammelleitung können darüber hinaus die anderen Kraftstoffverbindungen unverändert bleiben, da in diesen eine Druckerhöhung nicht stattfindet. Somit wird der erforderliche Zusatzaufwand auf ein Minimum reduziert, und gleichzeitig wird durch den erhöhten Förderdruck sichergestellt, dass der Kraftstoff bereits während des Anlassvorganges der Brennkraftmaschine so zerstäubt, dass diese sicher starten kann. Darüber hinaus kann auf eine übermäßig große Einspritzmenge während des Startvorganges der Brennkraftmaschine verzichtet werden, was das Abgasverhalten der Brennkraftmaschine verbessert und die Gefahr eines Abwaschens des Schmierölfilms an der Innenwand des Zylinders reduziert.
- [0009] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffsystem, mit einem Kraftstoffbehälter, mit mindestens einer elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe, die aus dem Kraftstoffbehälter fördert, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe, welche von der Brennkraftmaschine angetrieben wird und deren Einlass mit dem Auslass der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe verbunden ist, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung, welche mit dem Auslass der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftstoffpumpe verbunden ist, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, welche an die Kraftstoff-Sammelleitung angeschlossen ist.
- [0010] Bei einem solchen Kraftstoffsystem kann das eingangs genannte Problem alternativ zu der oben vorgeschlagenen Lösung auch dadurch gelöst werden, dass eine Anlass-Anforderung für die Brennkraftmaschine erkannt und bei Vorliegen einer solchen Anlass-Anforderung der Förderdruck der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe mindestens für die Dauer des Anlassvorgangs der Brennkraftmaschine erhöht wird, ohne dass die Fördermenge erhöht wird.
- [0011] Dieses Verfahren funktioniert also auch dann, wenn keine zusätzliche Kraftstoffpumpe vorgesehen ist. Um den für eine ordnungsgemäss Zerstäubung erforderlichen Druck aufzubauen zu können, wird ganz bewusst auf die beispielweise mit einer Drehzahlerhöhung einhergehende Erhöhung der Fördermenge verzichtet. Gegebenenfalls kann die Drehzahl und hierdurch auch die Fördermenge der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe gegenüber ihrer normalen Drehzahl und Fördermenge sogar absinken, da zum Anlassen der Brennkraftmaschine ja nur eine geringe Fördermenge erforderlich ist. Zwar müssen die Kraftstoffleitungen zwischen der elektrisch und der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftstoffpumpe auf die entsprechend

erhöhten Drücke ausgelegt werden, ansonsten ist das Verfahren jedoch bei einem unveränderten Kraftstoffsystem durchführbar.

[0012] Wird auf eine zusätzliche Kraftstoffpumpe verzichtet, besteht eine einfache Möglichkeit, den Förderdruck zu erhöhen, darin, dass eine Druckbegrenzungseinrichtung, welche den Förderdruck der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe normalerweise begrenzt, fluidisch von der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe getrennt wird und die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung zunächst geschlossen bleibt. Die elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe arbeitet somit gegen ein geschlossenes System, was bereits bei sehr geringen Fördermengen zu einer deutlichen Druckerhöhung führt.

[0013] Die erfundungsgemäßen Vorteile sind bereits ab einem Förderdruck von ungefähr 20 bar spürbar. Um eine optimale -Zerstäubung des Kraftstoffs herbeiführen zu können, wird jedoch bevorzugt, dass der erhöhte Förderdruck ungefähr 40–60 bar, vorzugsweise ungefähr 45–55 bar, beträgt.

[0014] Die Möglichkeit, entweder durch Erhöhen des Förderdrucks der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe oder durch das Einschalten einer zusätzlichen Kraftstoffpumpe den Förderdruck zu erhöhen, kann auch für jenen Fall benutzt werden, in dem durch einen Ausfall der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftstoffpumpe der normale Betrieb der Brennkraftmaschine beeinträchtigt ist. Daher wird auch vorgeschlagen, dass ein Ausfall der motorgetriebenen Kraftstoffpumpe erfasst und auch in diesem Fall der erhöhte Kraftstoffdruck bereitgestellt wird.

[0015] Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm, welches zur Durchführung des obigen Verfahrens geeignet ist, wenn es auf einem Computer ausgeführt wird. Dabei wird besonders bevorzugt, dass das Computerprogramm auf einem Speicher, insbesondere auf einem Flash-Memory, abgespeichert ist.

[0016] Weiterhin betrifft die Erfindung auch ein Steuer- und/oder Regelgerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, welches einen Speicher umfasst, auf dem ein Computerprogramm der obigen Art abgespeichert ist.

[0017] Teil der Erfindung ist auch ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine mit einem Kraftstoffbehälter, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe, welche von der Brennkraftmaschine angetrieben wird, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung, welche mit einem Auslass der motorgetriebenen Kraftstoffpumpe verbunden ist, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, welche an die Kraftstoff-Sammelleitung angeschlossen ist.

[0018] Um das Anlassverhalten einer mit diesem Kraftstoffsystem ausgestatteten Brennkraftmaschine insbesondere bei kalter Brennkraftmaschine verbessern zu können, ohne Veränderungen am üblichen Kraftstoffsystem vornehmen zu müssen, wird vorgeschlagen, dass eine zusätzliche, elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe vorhanden ist, deren Auslass direkt mit der Kraftstoff-Sammelleitung verbunden ist und welche gegenüber der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe erhöhten Förderdruck bereitstellt.

[0019] Im Hinblick auf die Vorteile eines solchen Kraftstoffsystems wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0020] Eine vorteilhafte Ausgestaltung eines solchen Kraftstoffsystems zeichnet sich dadurch aus, dass der Einlass der zusätzlichen Kraftstoffpumpe mit dem Kraftstoffbehälter verbunden ist. Die zusätzliche Kraftstoffpumpe fördert also direkt aus dem Kraftstoffbehälter, was die Möglichkeit bietet, diese auch im Bereich des Kraftstoffbehälters unterzubringen.

[0021] Bei einem Kraftstoffsystem mit zwei seriell ge-

schalteten Kraftstoffpumpen ist es möglich, den Einlass der zusätzlichen Kraftstoffpumpe mit einem Auslass der ersten seriellen Kraftstoffpumpe zu verbinden, sofern die erste serielle Kraftstoffpumpe elektrisch angetrieben wird.

[0022] In diesem Fall muss die zusätzliche Kraftstoffpumpe nicht die ganze Kompressionsarbeit zur Kompression des Kraftstoffs vom Umgebungsdruck auf den geforderten Einspritzdruck erbringen, sondern nur jene Druckdifferenz zwischen dem Auslass der ersten seriellen Kraftstoffpumpe und dem gewünschten Einspritzdruck. Die zusätzliche Kraftstoffpumpe kann in diesem Fall etwas kleiner bauen und preiswerter aufgebaut sein. In jedem Falle bietet die zusätzliche Kraftstoffpumpe jedoch den Vorteil, dass die bestehende erste serielle Kraftstoffpumpe unverändert bleiben kann und auch die Kraftstoffleitungen ausgangsseitig dieser Kraftstoffpumpe nicht geändert werden müssen.

[0023] Darüber hinaus kann die zusätzliche Kraftstoffpumpe für eine geringe Lebensdauer ausgelegt sein, da sie jeweils nur sehr kurz für die Anlassphase der Brennkraftmaschine verwendet wird. Ferner muss von ihr nur eine geringe Kraftstoffmenge gefördert werden können, so dass sie relativ klein und einfach bauen kann.

[0024] Besonders bevorzugt ist jene Weiterbildung, bei der die erste serielle Kraftstoffpumpe und die zusätzliche Kraftstoffpumpe Teil einer modularen Tankeinbaeinheit sind. Hierdurch können die Kosten bei der Installation der beiden Kraftstoffpumpen reduziert werden.

[0025] Anstelle einer zusätzlichen Kraftstoffpumpe ist es bei einem Kraftstoffsystem der obigen Art mit zwei seriellen Kraftstoffpumpen aber auch möglich, einen elektrischen Antrieb und eine schaltbare Kupplung vorzusehen, welche den elektrischen Antrieb mit der motorgetriebenen Kraftstoffpumpe verbinden und die motorgetriebene Kraftstoffpumpe von dem mechanischen Antrieb trennen kann. Bei diesem Kraftstoffsystem ist also keine zusätzliche Kraftstoffpumpe vorgesehen. Stattdessen wird zum Anlassen der Brennkraftmaschine die zweite Kraftstoffpumpe, welche ja ohnehin als Hochdruck-Kraftstoffpumpe ausgelegt ist, elektrisch angetrieben.

[0026] Hierzu wird die normalerweise vorhandene Verbindung zwischen der Brennkraftmaschine und der zweiten Kraftstoffpumpe von der Kupplung unterbrochen und stattdessen ein Elektromotor mit ihr verbunden. Das Vorsehen einer schaltbaren Kupplung bedeutet zwar einen gewissen zusätzlichen Aufwand, andererseits kann das übrige Kraftstoffsystem gegenüber einem üblichen Kraftstoffsystem unverändert bleiben. Dennoch wird auch bei diesem Kraftstoffsystem ein sicheres Anlassen der Brennkraftmaschine bei gleichzeitig gutem Emissionsverhalten gewährleistet.

[0027] Eine andere Alternative bei einem Kraftstoffsystem mit zwei seriellen Kraftstoffpumpen, von denen eine elektrisch und die andere von der Brennkraftmaschine angetrieben wird, besteht darin, die elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe so auszubilden, dass sie mindestens für einen bestimmten Zeitraum einen erhöhten Förderdruck bereitstellen kann, ohne dass die Fördermenge erhöht wird. Auf diese Weise wird die Leistung der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe im Wesentlichen dafür verwendet, den Druck des Kraftstoffs in der Kraftstoff-Sammelleitung zu erhöhen, so dass auch bei diesem Kraftstoffsystem der für eine optimale Zerstäubung des Kraftstoffs durch die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung erforderliche Kraftstoffdruck erhalten wird.

[0028] Dabei wird besonders bevorzugt, dass eine Einrichtung vorgesehen ist, welche den Förderdruck der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe im Normalbetrieb begrenzt, und eine Einrichtung vorhanden ist, welche bei einer erfassten Anlass-Anforderung mindestens für einen be-

stimmten Zeitraum die Druckbegrenzungseinrichtung flüssig von der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe trennt. In diesem Fall wird der Förderdruck, den die elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe erzeugen kann, im Wesentlichen nur noch durch die Leckagen in der Kraftstoffpumpe selbst bzw. im Kraftstoffsystem bestimmt. Daher kann auf relativ einfache Art und Weise der für ein sicheres Anlassen erforderliche erhöhte Kraftstoffdruck bereitgestellt werden.

[0029] Um den erhöhten Kraftstoffdruck erzeugen zu können, muss die elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe einen Antriebsmotor aufweisen, welcher bei einer erfassten Anlass-Anforderung ein erhöhtes Drehmoment erzeugt. Da beim Anlassen nur eine geringe Fördermenge erforderlich ist, kann dieses erhöhte Drehmoment auch mit einem Drehzahlabfall einhergehen.

[0030] Die Zerstäubung des Kraftstoffes durch die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist bereits ab einem erhöhten Förderdruck von 20 bar verbessert, erreicht jedoch bei einem erhöhten Förderdruck zwischen 40 und 60 bar, vorzugsweise zwischen 45 und 55 bar, eine im Wesentlichen optimale Qualität.

[0031] Der optimale Betrieb des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems wird dann gewährleistet, wenn es ein Steuer- und/oder Regelgerät der obigen Art umfasst.

### Zeichnung

[0032] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0033] Fig. 1: ein schematisches Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems einer Brennkraftmaschine;

[0034] Fig. 2: ein Flussdiagramm, welches das Verfahren zeigt, nach dem das Kraftstoffsystem von Fig. 1 betrieben wird;

[0035] Fig. 3: eine Darstellung ähnlich Fig. 1 eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems einer Brennkraftmaschine;

[0036] Fig. 4: eine Darstellung ähnlich Fig. 1 eines dritten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoff-Systems einer Brennkraftmaschine;

[0037] Fig. 5: ein Flussdiagramm, in dem das Verfahren gezeigt ist, nach dem das Kraftstoffsystem von Fig. 4 betrieben wird;

[0038] Fig. 6: eine Darstellung ähnlich Fig. 1 eines vierten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems einer Brennkraftmaschine; und

[0039] Fig. 7: ein Flussdiagramm, welches das Verfahren zeigt, nach dem das Kraftstoffsystem von Fig. 6 betrieben wird.

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0040] In Fig. 1 trägt ein Kraftstoffsystem insgesamt das Bezugszeichen 10. Es umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, welcher mit einem Einlass 14 einer elektrischen Kraftstoffpumpe 16 verbunden ist. Ein Auslass 18 der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 ist über eine Kraftstoffleitung 20 mit dem Einlass 22 einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24 verbunden. Diese wird auf nicht näher dargestellte Art und Weise mechanisch von einer Brennkraftmaschine angetrieben.

[0041] Ein Auslass 26 der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24 ist über ein Rückschlagventil 28 mit einer Kraftstoff-Sammelleitung 30 verbunden. Diese wird gemeinhin auch als "Rail" bezeichnet. An die Kraftstoff-Sammelleitung 30 sind

in dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel insgesamt vier Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 32 angeschlossen. Bei diesen handelt es sich im vorliegenden Ausführungsbeispiel um Hochdruck-Einspritzventile bzw. Injektoren. Diese sind an einem in der Fig. 1 nicht dargestellten Motorblock befestigt und spritzen den Kraftstoff direkt in einen ebenfalls nicht dargestellten Brennraum ein.

[0042] Der Auslass 18 der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 ist mit dem Einlass 14 der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 über eine Kraftstoffleitung 34 verbunden. In dieser ist ein Druckbegrenzungsventil 36 angeordnet. Vom Auslass 26 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 24 führt ebenfalls eine Kraftstoffleitung 38 zurück zum Einlass 22 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 24. In der Kraftstoffleitung 38 ist ein Mengensteuerventil 40 angeordnet.

[0043] Von der Kraftstoff-Sammelleitung 30 führt eine Kraftstoffleitung 42 zum Einlass 22 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 24 zurück. In dieser Kraftstoffleitung 42 ist ein Druckbegrenzungsventil 43 angeordnet. Durch dieses wird der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 auf 120 bar begrenzt. An diese Kraftstoffleitung 42 ist ein Einlass 44 einer zusätzlichen elektrischen Kraftstoffpumpe 46 angeschlossen. Deren Auslass 48 führt wiederum über ein Rückschlagventil 50 direkt zur Kraftstoff-Sammelleitung 30.

[0044] Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 wird von einem Sensor 52 erfasst. Dieser liefert Signale an ein Steuer- und Regelgerät 54. Letzteres erhält auch Signale von einem Stellungsgeber 56 eines Zündschlosses (nicht dargestellt) und von einem Drehzahlsensor 58, der die Drehzahl der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine abgreift. Ausgangsseitig steuert das Steuer- und Regelgerät 54 die beiden elektrischen Kraftstoffpumpen 16 und 46 sowie das Mengensteuerventil 40 an.

[0045] Die elektrische Kraftstoffpumpe 16, die Kraftstoffleitung 34 und das Druckbegrenzungsventil 36 sind insgesamt in eine sogenannte Tankeinbaueinheit 60 integriert. Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24, die zusätzliche elektrische Kraftstoffpumpe 46 sowie das Mengensteuerventil 40 sind dagegen in einer Motorraumeinheit 62 integriert.

[0046] Im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine wird der Kraftstoff von der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 aus dem Kraftstoffbehälter 12 angesaugt und auf ca. 4 bar verdichtet. Dieser Druck wird durch das Druckbegrenzungsventil 36 eingestellt. Der Kraftstoff wird dann von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24 auf einen Druck von bis zu 120 bar weiterverdichtet. Mit diesem Druck wird der Kraftstoff von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24 in die Kraftstoff-Sammelleitung 30 gefördert. Die Fördermenge wird dabei durch das Mengensteuerventil 40 eingestellt. Von der Kraftstoff-Sammelleitung 30 gelangt der Kraftstoff zu den Injektoren 32, welche den Kraftstoff aufgrund des hohen vorliegenden Druckes sehr fein zerstäubt in den Brennraum einspritzen, so dass er dort emissions- und verbrauchsoptimal verbrennen kann.

[0047] Aus Sicherheitsgründen wird der hohe Druck nach dem Ende des Betriebs der Brennkraftmaschine aus der Kraftstoff-Sammelleitung 30 abgelassen. Hierdurch soll verhindert werden, dass beispielsweise durch eine Leckage eines Injektors 32 bei abgestellter Brennkraftmaschine eine unerwünschte Menge an Kraftstoff in den Brennraum gelangt. Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 sinkt dabei bis auf Umgebungsdruck ab. Würde nun versucht werden, die Brennkraftmaschine anzulassen, und würde nicht nach dem weiter unten beschriebenen Verfahren vorgegangen werden, dann würde zunächst in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 maximal der durch das Druckbegrenzungsventil 36 eingestellte Druck von 4 bar vorliegen.

[0048] Der Grund hierfür ist, dass die Hochdruck-Kraft-

stoffpumpe 24 direkt von der Brennkraftmaschine angetrieben wird. Ist diese jedoch nicht im Betrieb, ist auch die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24 nicht im Betrieb und kann somit den im Normalbetrieb erzielbaren Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 nicht zur Verfügung stellen. Wenn jedoch in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 nur ein Druck von ungefähr 4 bar vorliegen würde, könnten die Injektoren 32 den Kraftstoff nicht optimal zerstäubt in den Brennraum einspritzen. Dies müsste durch eine erhöhte Menge an eingespritztem Kraftstoff kompensiert werden, was einerseits das Abgasverhalten der Brennkraftmaschine beeinträchtigt und andererseits zu der Gefahr führt, dass die übermäßige Kraftstoffmenge den Ölfilm an der Zylinderinnenwand abwäscht und hierdurch die Reibung zwischen Kolben und Zylinderinnenwand erhöht wird.

[0049] Um dies zu verhindern, wird bei dem Kraftstoffsystem 10 von Fig. 1 nach dem in Fig. 2 dargestellten Verfahren vorgegangen. Das Verfahren ist als Computerprogramm in einem Speicher des Steuer- und Regelgeräts 54 abgelegt.

[0050] Nach einem Startblock 64 wird in einem Block 66 geprüft, ob eine Startsequenz für die Brennkraftmaschine angefordert wurde. Die entsprechenden Signale erhält das Steuer- und Regelgerät 54 vom Stellungssensor 56 des Zündschlüssels. Ist die Antwort ja, wird im Block 68 geprüft, ob der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 niedriger ist als ein Druck von 40 bar (dieser Druck und auch nachfolgende Druckwerte gelten für das vorliegende Ausführungsbeispiel; in anderen Fällen sind andere Druckwerte möglich). Dieser Druck entspricht einem Niveau, bei dem die Injektoren 32 gerade noch einen zufriedenstellend zerstäubten Kraftstoffnebel im Brennraum erzeugen können. Gut für die Zerstäubung des Kraftstoffs beim Anlassen der Brennkraftmaschine ist ein Druck von 45–55 bar. Der Wert für den Druck des Kraftstoffs in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 wird dem Steuer- und Regelgerät 54 vom Drucksensor 52 bereitgestellt.

[0051] Wenn eine Start- bzw. Anlasssequenz für die Brennkraftmaschine angefordert wurde und der Druck niedriger ist als 40 bar, dann wird im Block 70 die zusätzliche elektrische Kraftstoffpumpe 46 eingeschaltet. Diese ist so ausgelegt, dass sie den von der Kraftstoffpumpe 16 auf ca. 4 bar verdichteten Kraftstoff bei relativ geringer Fördermenge von ungefähr 5–10 l/h auf ca. 50 bar komprimieren kann. Außerdem wird im Block 72 der Ablauf der Startsequenz initiiert, d. h. es wird beispielsweise der Anlasser betätigt, die Zündung eingeschaltet usw. Vom Drucksensor 52 wird weiterhin der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 überwacht.

[0052] Übersteigt der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 einen Grenzwert von 60 bar, bedeutet dies, dass die Brennkraftmaschine angesprungen ist und die von dieser angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24 nun den erforderlichen Kraftstoffdruck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 bereitstellen kann. Dies wird im Block 74 erfasst. In diesem Fall wird im Block 76 die zusätzliche elektrische Kraftstoffpumpe 46 wieder ausgeschaltet. Das Programm endet in einem Endblock 78.

[0053] Nun wird unter Bezugnahme auf Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffsystems 10 erläutert. In diesem tragen Teile, Elemente und Bereiche, die äquivalente Funktionen zu dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0054] Im Unterschied zu dem in Fig. 1 dargestellten Kraftstoffsystem 10 ist der Einlass 44 der zusätzlichen elektrischen Kraftstoffpumpe 46 nicht mit dem Auslass der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 verbunden, sondern direkt an den Kraftstoffbehälter 12 angeschlossen. Dies hat den Vor-

teil, dass auch die zusätzliche elektrische Kraftstoffpumpe 46 in der Tankeinbaueinheit 60 untergebracht sein kann. Allerdings ist auch eine entsprechend längere Leitung zwischen der zusätzlichen elektrischen Kraftstoffpumpe 46 und der Kraftstoff-Sammelleitung 30 erforderlich, welche auf den von der zusätzlichen elektrischen Kraftstoffpumpe 46 erzeugbaren hohen Druck von bis zu 50 bar ausgelegt ist. Das in Fig. 3 dargestellte Kraftstoffsystem 10 wird gemäß dem in Fig. 2 dargestellten Verfahren betrieben.

[0055] In Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffsystems 10 dargestellt. Die im Hinblick auf funktionsäquivalente Bauteile, Elemente und Bereiche genannten obigen Ausführungen gelten hier analog.

[0056] Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist keine zusätzliche elektrische Kraftstoffpumpe vorhanden. Stattdessen ist die ohnehin vorhandene elektrische Kraftstoffpumpe 16 so ausgelegt, dass sie den zum Anlassen der Brennkraftmaschine gewünschten Druck von ungefähr 50 bar bereitstellen kann. Hierzu ist in der Kraftstoffleitung 34 zwischen dem Auslass 18 der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 und dem Druckbegrenzungsventil 36 ein Schaltventil 80 angeordnet, welches vom Steuer- und Regelgerät 54 angesteuert wird. Mit dem Schaltventil 80 kann die Verbindung zwischen dem Auslass 18 der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 und dem Druckbegrenzungsventil 36 unterbrochen werden. Ferner ist zwischen der Kraftstoffverbindung 20 und dem Druckbegrenzungsventil 43 ein Rückschlagventil 81 vorhanden.

[0057] Das in Fig. 4 dargestellte Kraftstoffsystem 10 wird folgendermaßen betrieben (vgl. Fig. 5, auch hier sind nur die Unterschiede zu dem in Fig. 2 dargestellten Verfahren im Detail erläutert):

[0058] Wenn in den Blöcken 66 und 68 festgestellt worden ist, dass eine Startsequenz angefordert wurde und der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 unterhalb des gewünschten minimalen Druckniveaus von 40 bar liegt, wird im Block 82 das Schaltventil (welches auch als Startventil bezeichnet wird) geschlossen. Im Block 70 wird ferner der Antriebsstrom, welcher der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 zugeführt wird, erhöht, so dass deren Antriebssmotor ein erhöhtes Drehmoment erzeugt. Da die Injektoren 32 noch geschlossen sind, fördert die elektrische Kraftstoffpumpe 16 nun in ein im Wesentlichen geschlossenes Volumen.

[0059] Hierdurch erhöht sich der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 bei gleichzeitig sehr geringer Fördermenge. Dies kann auch bedeuten, dass die Drehzahl der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 absinkt. Sobald der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 oberhalb von ungefähr 60 bar liegt, wird im Block 76 die elektrische Kraftstoffpumpe 16 wieder normal angesteuert und im Block 84 das Startventil 80 geöffnet. Somit stellt sich am Auslass 18 der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 wieder der normale Kraftstoffdruck von ungefähr 4 bar ein.

[0060] In Fig. 6 ist nochmals ein anderes Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffsystems 10 dargestellt. Auch hier gilt im Hinblick auf funktionsäquivalente Teile, Bereiche und Elemente das oben Gesagte.

[0061] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ebenfalls keine zusätzliche elektrische Kraftstoffpumpe vorgesehen. Stattdessen ist die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24 mit einer schaltbaren Kupplung 86 verbunden. Diese weist zwei Eingänge auf, von denen einer mit einer Kurbelwelle 88 der Brennkraftmaschine und der andere mit der Antriebswelle eines Elektromotors 46 verbunden ist. Im Gegensatz zu dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel fehlt ferner das Schaltventil in der Kraftstoffleitung 34 zwischen elektrischer Kraftstoffpumpe 16 und Druckbegrenzungsventil 36.

[0062] Das Verfahren zum Betreiben des in Fig. 6 darge-

stellten Kraftstoffsystems 10 ergibt sich aus Fig. 7, wobei auch hier nur auf die Unterschiede zu den oben beschriebenen Verfahren eingegangen wird:

[0063] Liegt der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 30 unterhalb von 40 bar und wurde eine Startsequenz angefordert, wird im Block 90 die Kupplung 86 vom Steuer- und Regelgerät 54 so angesteuert, dass letztlich der Kupplungsausgang, also die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24, mit dem elektrischen Antrieb 46 verbunden ist. Im Block 70 wird dann der elektrische Antrieb 46 eingeschaltet und die Startsequenz in Gang gesetzt. Hierzu gehört natürlich auch das Einschalten der elektrischen Kraftstoffpumpe 16, welche einen Vorförderdruck in Höhe von ungefähr 4 bar zur Verfügung stellt. Dieser Vorförderdruck wird nun von der nun elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24 auf einen Druck von ungefähr 50 bar erhöht.

[0064] Sobald die Brennkraftmaschine angesprungen ist, was durch den Drehzahlsensor 58 angezeigt wird, wird im Block 92 die Kupplung 86 von dem Steuer- und Regelgerät 54 angesteuert und die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 24 mit der Kurbelwelle 88 der Brennkraftmaschine verbunden. Im Block 76 wird der elektrische Antrieb 46 wieder ausgeschaltet.

[0065] Bei einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel werden die Maßnahmen, mit denen auch ohne sich im Betrieb befindende Brennkraftmaschine ein erhöhter Förderdruck bereitgestellt werden kann, auch in einem weiteren Fall ergriffen: Dann nämlich, wenn bei laufender Brennkraftmaschine die Hochdruck-Kraftstoffpumpe beispielsweise aufgrund des Erreichens ihrer maximalen Lebensdauer versagt. Auf diese Weise wird ein Notbetrieb der Brennkraftmaschine gewährleistet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffsystem (10) mit einem Kraftstoffbehälter (12), mit mindestens einer Kraftstoffpumpe (24), welche von der Brennkraftmaschine angetrieben wird, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung (30), welche mit einem Auslass (26) der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftstoffpumpe (24) verbunden ist, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (32), welche an die Kraftstoff-Sammelleitung (30) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anlass-Anforderung für die Brennkraftmaschine erkannt (68) und bei Vorliegen einer solchen Anlass-Anforderung eine zusätzliche, elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe (46) mindestens für die Dauer des Anlassvorgangs eingeschaltet wird (70), welche direkt zur Kraftstoff-Sammelleitung (30) hin fördert und einen erhöhten Förderdruck bereitstellt.

2. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffsystem (10), mit einem Kraftstoffbehälter (12), mit mindestens einer elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16), die aus dem Kraftstoffbehälter (12) fördert, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe (24), welche von der Brennkraftmaschine angetrieben wird und deren Einlass (22) mit dem Auslass (18) der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16) verbunden ist, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung (30), welche mit dem Auslass (26) der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftstoffpumpe (24) verbunden ist, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (32), welche an die Kraftstoff-Sammelleitung (30) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anlass-Anforderung für die Brennkraftmaschine erkannt (68) und bei Vor-

liegen einer solchen Anlass-Anforderung der Förderdruck der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16) mindestens für die Dauer des Anlassvorgangs der Brennkraftmaschine erhöht wird (70), ohne dass die Fördermenge erhöht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Förderdruck dadurch erhöht wird, dass eine Druckbegrenzungseinrichtung (36), welche den Förderdruck der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16) normalerweise begrenzt, fluidisch von der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16) getrennt wird (82) und die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (32) zunächst geschlossen bleibt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erhöhte Förderdruck ungefähr 40 bis 60 bar, vorzugsweise ungefähr 45 bis 55 bar, beträgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ausfall der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftstoffpumpe (24) erfasst und auch in diesem Fall der erhöhte Kraftstoffdruck bereitgestellt wird.

6. Computerprogramm, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche geeignet ist, wenn es auf einem Computer ausgeführt wird.

7. Computerprogramm nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass es auf einem Speicher, insbesondere auf einem Flash-Memory, abgespeichert ist.

8. Steuer- und/oder Regelgerät (54) zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass es einen Speicher umfasst, auf dem ein Computerprogramm nach einem der Ansprüche 6 oder 7 abgespeichert ist.

9. Kraftstoffsystem (10) für eine Brennkraftmaschine, mit nem Kraftstoffbehälter (12), mit mindestens einer Kraftstoffpumpe (24), welche von der Brennkraftmaschine angetrieben wird, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung (30), welche mit einem Auslass (26) der Kraftstoffpumpe (24) verbunden ist, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (32), welche an die Kraftstoff-Sammelleitung (30) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine zusätzliche elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe (46) vorhanden ist, deren Auslass (48) direkt mit der Kraftstoff-Sammelleitung (30) verbunden ist und welche einen erhöhten Förderdruck bereitstellt.

10. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlass (44) der zusätzlichen Kraftstoffpumpe (46) mit dem Kraftstoffbehälter (12) verbunden ist.

11. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei seriell geschaltete Kraftstoffpumpen (16, 24) vorhanden sind, wobei die erste serielle Kraftstoffpumpe elektrisch angetrieben wird und der Einlass (44) der zusätzlichen Kraftstoffpumpe (46) mit einem Auslass (18) der ersten seriellen Kraftstoffpumpe (16) verbunden ist.

12. Kraftstoffsystem (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste serielle Kraftstoffpumpe (16) und die zusätzliche Kraftstoffpumpe (46) Teil einer modularen Tankeinbaueinheit (60) sind.

13. Kraftstoffsystem (10) für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffbehälter (12), mit mindestens einer elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16), die aus dem Kraftstoffbehälter (12) fördert, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe (24), welche von der

Brennkraftmaschine angetrieben wird und deren Einlass (22) mit dem Auslass (18) der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16) verbunden ist, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung (30), welche mit dem Auslass (18) der motorgetriebenen Kraftstoffpumpe (24) verbunden ist, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (32), welche an die Kraftstoff-Sammelleitung (30) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein elektrischer Antrieb (46) und eine schaltbare Kupplung (86) vorhanden sind, welche den elektrischen Antrieb (46) mit der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftstoffpumpe (24) verbinden und die von der Brennkraftmaschine angetriebene Kraftstoffpumpe (24) von einem mechanischen Antrieb (88) trennen kann.

14. Kraftstoffsystem (10) für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffbehälter (12), mit mindestens einer elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16), die aus dem Kraftstoffbehälter (12) fördert, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe (24), welche von der Brennkraftmaschine angetrieben wird und deren Einlass (22) mit dem Auslass (18) der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16) verbunden ist, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung (30), welche mit dem Auslass (26) der motorgetriebenen Kraftstoffpumpe (24) verbunden ist, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (32), welche an die Kraftstoff-Sammelleitung (30) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe (16) mindestens für einen bestimmten Zeitraum einen erhöhten Förderdruck bereitstellen kann, ohne dass die Fördermenge erhöht wird.

15. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (36) vorgesehen ist, welche den Förderdruck der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16) im Normalbetrieb begrenzt, und eine Einrichtung (80) vorhanden ist, welche bei einer erfassten Anlass-Anforderung (68) mindestens für einen bestimmten Zeitraum die Druckbegrenzungseinrichtung (36) fluidisch von der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16) trennt.

16. Kraftstoffsystem (10) nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe (16) einen Antriebsmotor aufweist, welcher bei einer erfassten Anlass-Anforderung (68) ein erhöhtes Drehmoment erzeugt (70).

17. Kraftstoffsystem (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der erhöhte Förderdruck zwischen 40 und 60 bar, vorzugsweise zwischen 45 und 55 bar, liegt.

18. Kraftstoffsystem (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Steuer- und/oder Regelgerät (54) nach Anspruch 8 umfasst.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

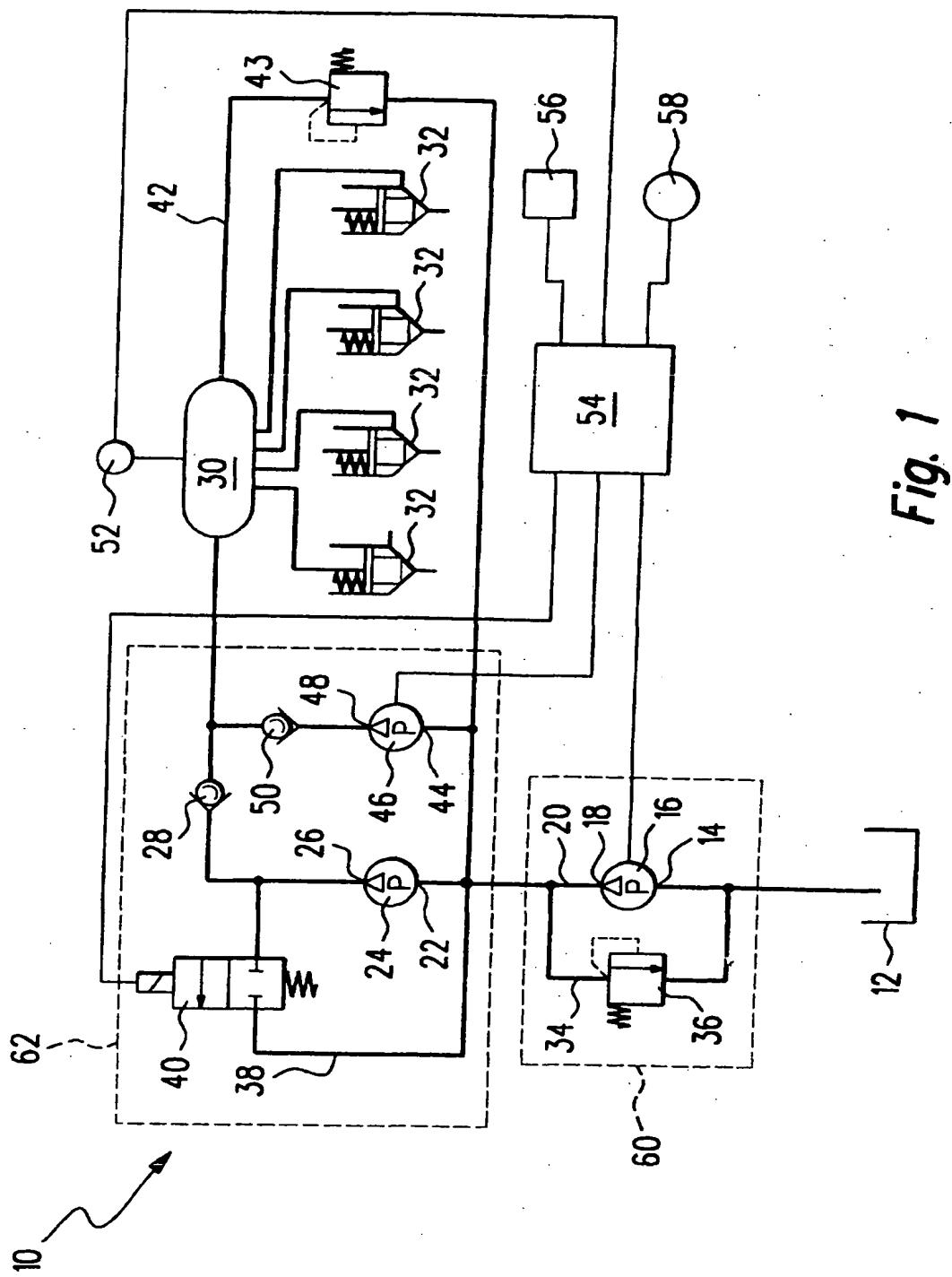


Fig. 1

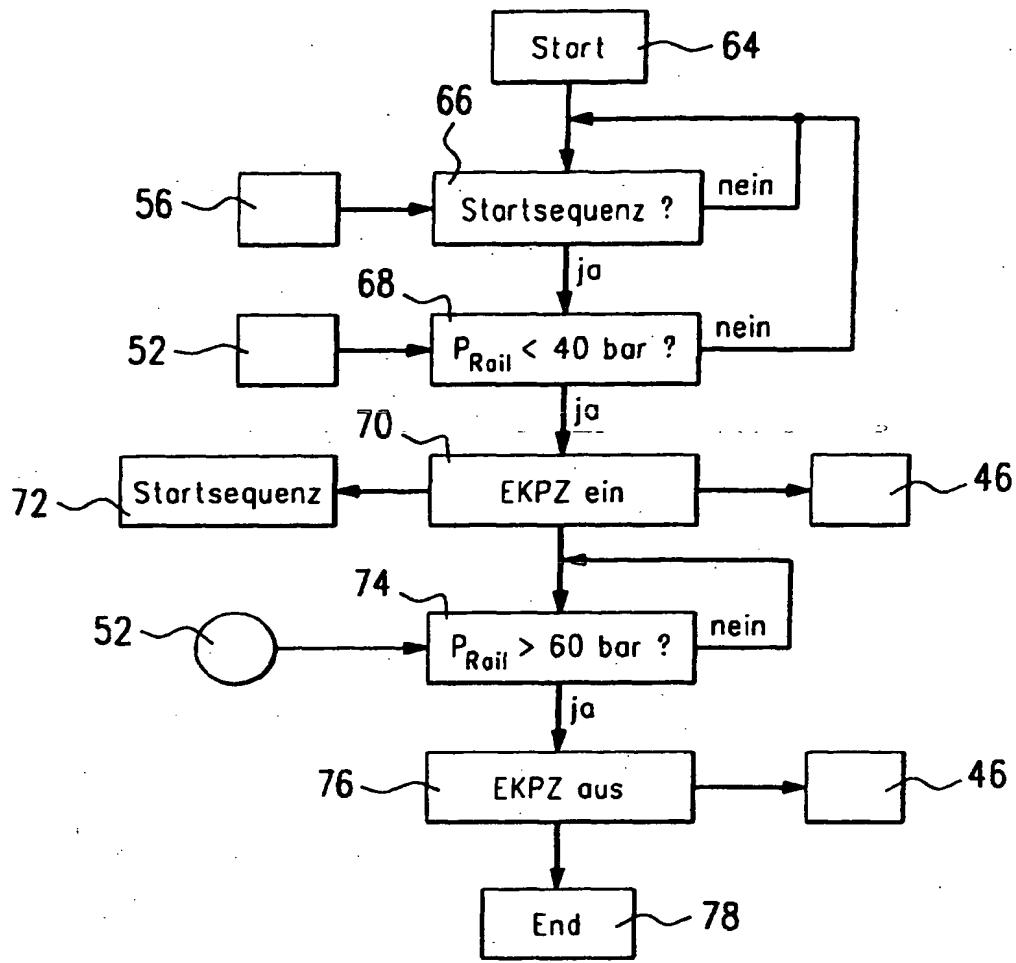
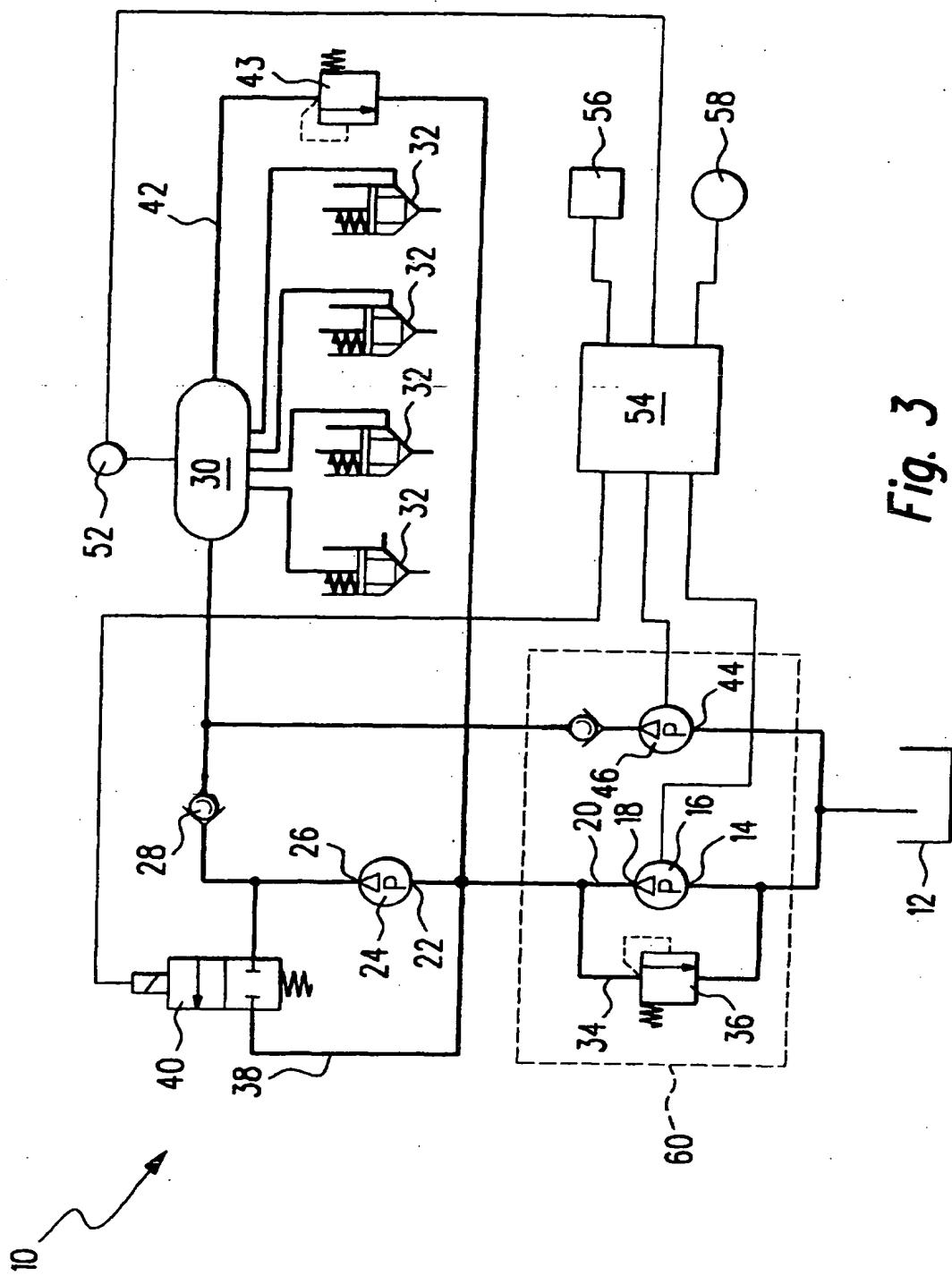


Fig. 2



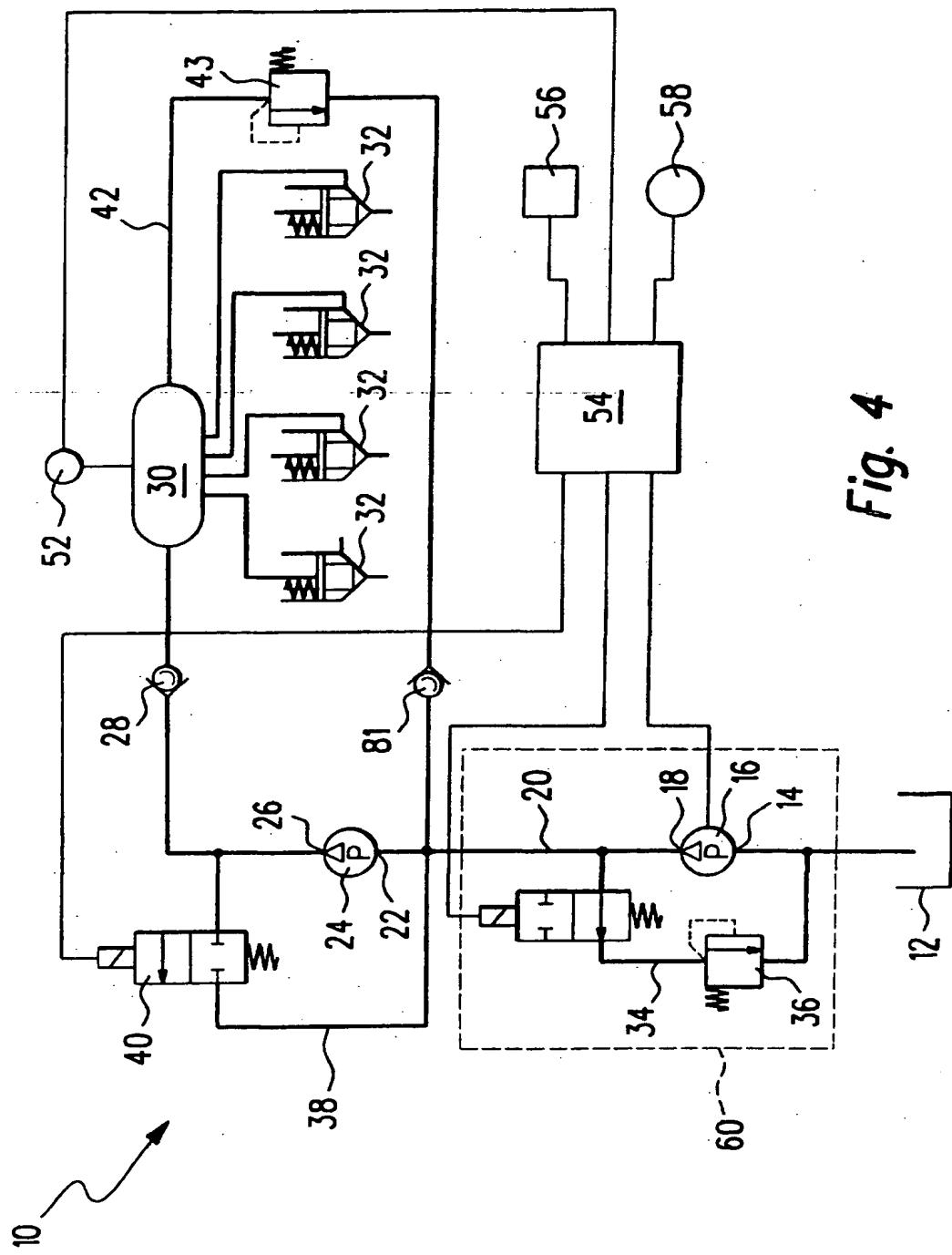


Fig. 4

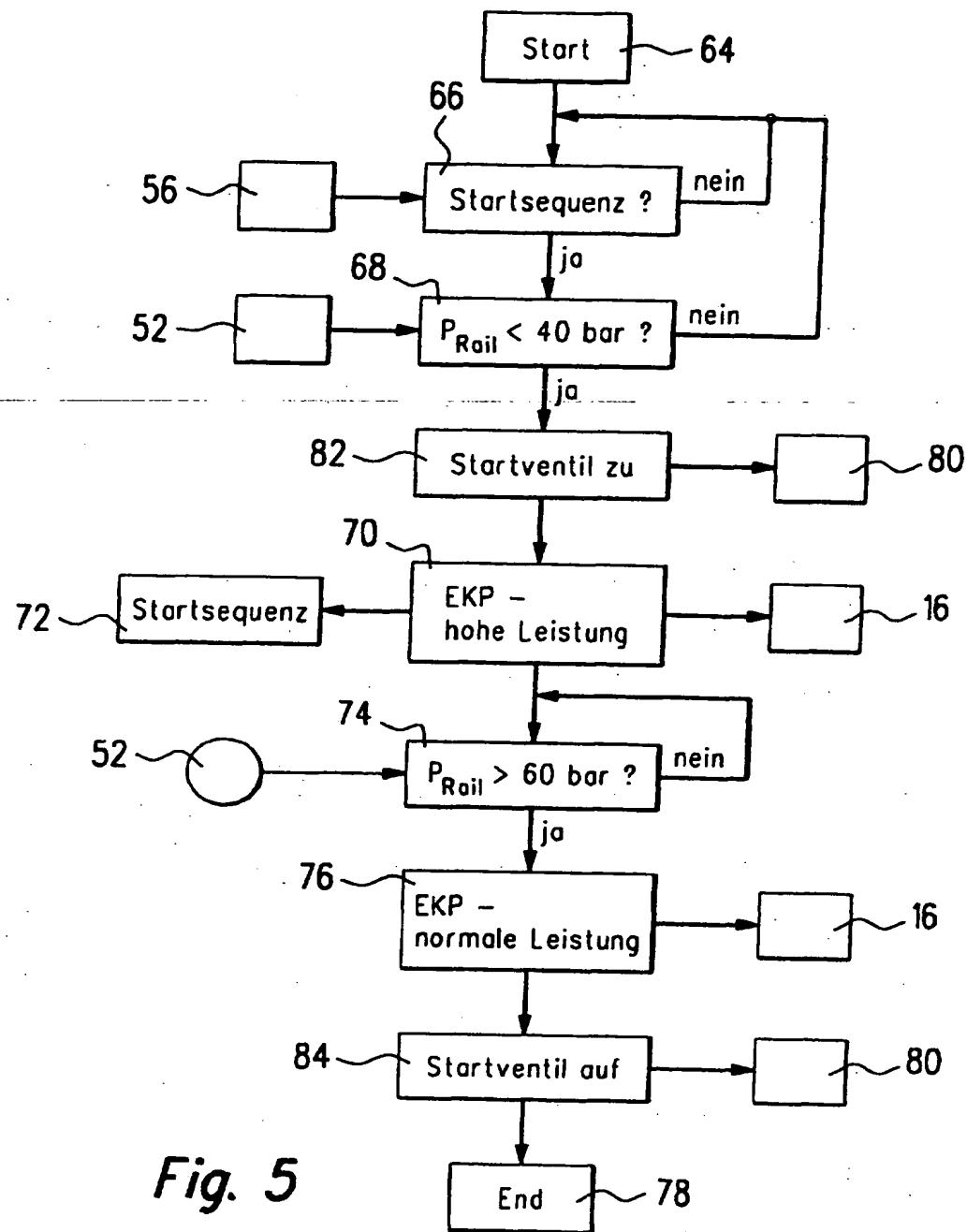


Fig. 5

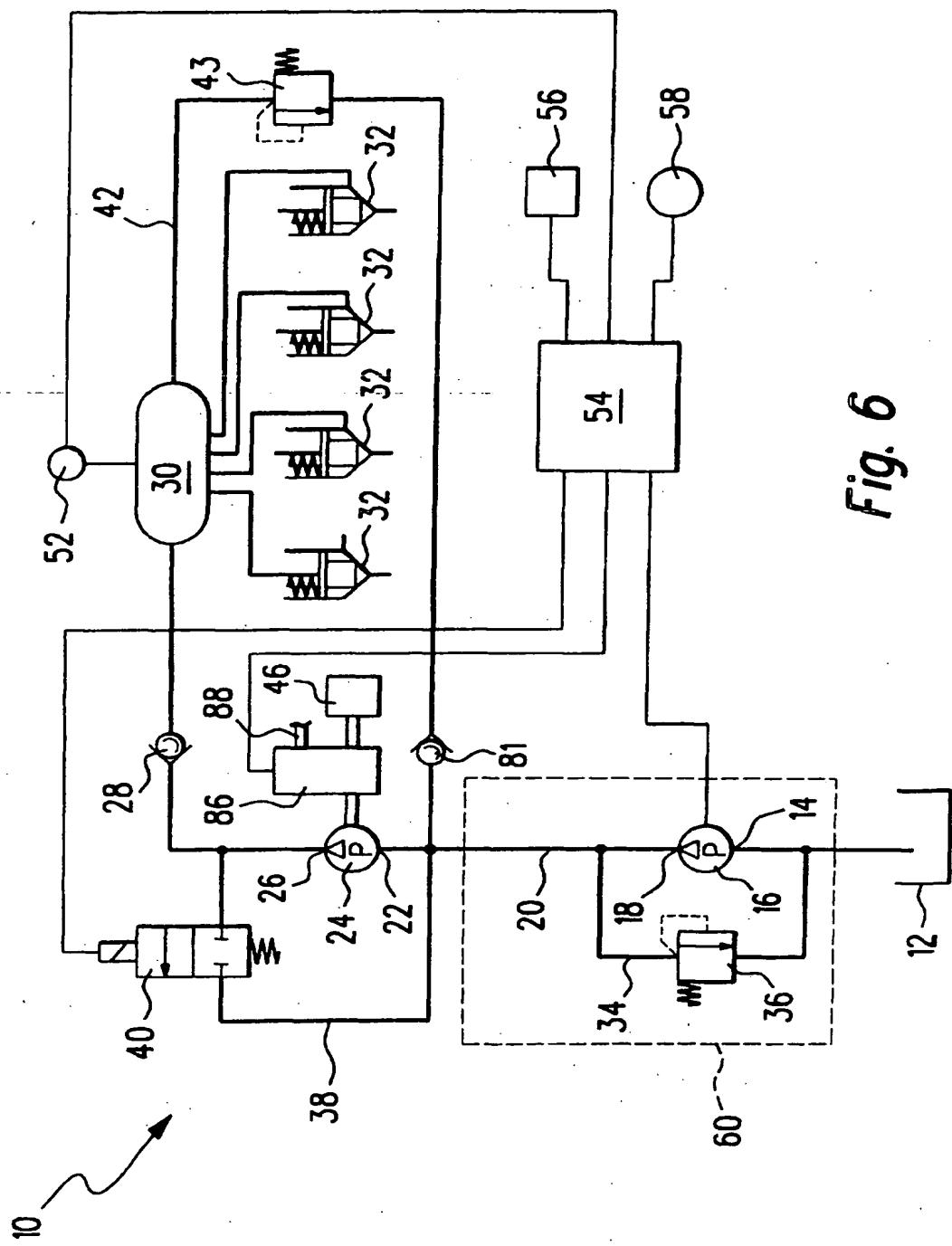


Fig. 6

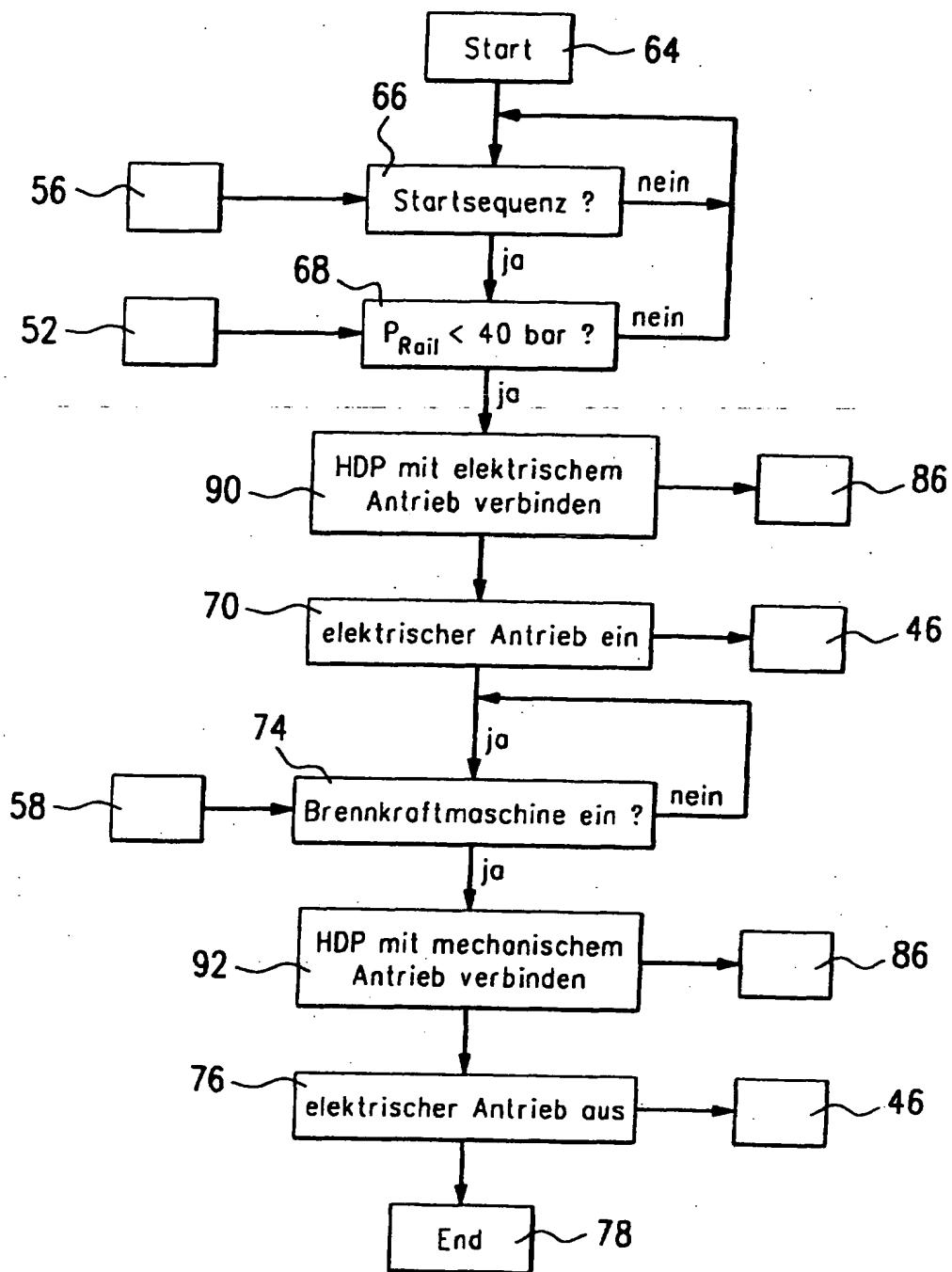


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**